



## بررسی شکست نمونه‌های بتنی تحت خمش با استفاده از روش انتشار آوایی

محمد حسین عرب نژاد<sup>۱</sup>، مرتضی احمدی<sup>۲</sup>

۱- کارشناسی ارشد مهندسی معدن، مکانیک سنگ، دانشگاه تربیت مدرس

۲- عضو هیئت علمی بخش مهندسی معدن، مکانیک سنگ، دانشگاه تربیت مدرس

Arabnejad.m.h@gmail.com

### خلاصه

بررسی و تحلیل‌های مکانیک شکست، همواره کمک شایانی در جهت درک بهتر رفتار مصالح در برابر اعمال نیرو را در دارد. بررسی مکانیزم، نحوه ایجاد و رشد ریز ترک‌ها می‌تواند یک شاخص مناسب در جهت تحلیل پایداری یا تعیین میزان خسارت وارده به مصالح را ایجاد نماید. در این تحقیق به تشریح روش انتشار آوایی که یکی از روش‌های تست غیر مخرب بشمار می‌آید، پرداخته و با بهره‌گیری از تحلیل‌های پارامتری این روش، نحوه رشد ریز ترک‌ها در نمونه‌های بتنی که تحت آزمون خمش قرار گرفته‌اند، بررسی شده است. نتایج، کاربرد این روش را در رفتارنگاری نمونه‌های با رفتار ترد و شکننده به خوبی نشان داد و با استفاده از تحلیل پارامتری نسبت‌های معینی از حداکثر بار اعمالی نهایی در روند ایجاد ریز ترک‌ها، ترکیب و گسترش آنها مشخص گردید. تغییر مکانیزم تنش درون نمونه تحت شرایط مختلف بارگذاری و محیطی توسط این روش به خوبی قابل بررسی می‌باشد و از این روش می‌توان به منظور ایجاد یک سیستم رفتارنگاری و اعلام هشدار در لحظه برای انواع سازه‌های بتنی بهره برد.

**کلمات کلیدی:** مکانیک شکست، تست‌های غیر مخرب، نمونه‌های بتنی، تست خمش، انتشار آوایی

### ۱. مقدمه

پدیده انتشار آوایی به عنوان انتشار امواج الاستیک در نتیجه آزاد سازی انرژی در نمونه‌های تحت تنش و در نتیجه ایجاد ریز ترک‌ها در مواد تحت بارگذاری، تعریف می‌گردد. منابع مختلفی برای اینگونه انتشار امواج آوایی در مصالح با رفتار ترد و شکننده وجود دارد. به عنوان مثال روندهای مختلف تغییر شکل سازه‌ها در قالب تغییر شکل‌های الاستیک، ایجاد ریز ترک‌ها، توسعه ترک‌های بزرگ و شکست در نتیجه تخلخل در مواد می‌باشد [۱].

روش انتشار آوایی به صورت وسیعی در رفتارنگاری سازه‌ها در مهندسی عمران و مهندسی ژئوتکنیک استفاده می‌گردد. پیشرفت‌های اخیر استفاده از این روش در مقایسه با دیگر روش‌های آزمون غیر مخرب در تعیین محل و نحوه رشد ترک‌ها بدون ایجاد اختلال در روند کارایی سازه، این روش را منحصر بفرد کرده است.

در مجموع رخدادهای آوایی به دو دسته عمده رخدادهای ابتدایی و رخدادهای ثانویه تقسیم‌بندی می‌گردد. به عنوان مثال رخدادهای ابتدایی که در حین بارگذاری ایجاد می‌گردد، در نتیجه ایجاد ریز ترک‌های جدید در نمونه بوده و در هنگام ترکیب ریز ترک‌ها، ایجاد شبکه‌ای از شکستگی‌ها و همچنین رشد ترک‌های اصلی رخدادهای مشاهده شده از نوع رخدادهای ثانویه بوده و غالباً در نتیجه اصطکاک بین سطوح ترک می‌باشد. این دو نوع رخدادهای به دلیل تغییر مکانیزم ایجاد امواج تولید شده دارای پارامترهای مختلفی می‌باشند که می‌توان در رفتارنگاری سازه از این تفاوت بهره برد. در این روش می‌توان مودهای مختلف را در هنگام بررسی رفتار سازه با استفاده از پارامترهای آوایی در نظر گرفت. عموماً رخدادهای آوایی مود I ریز ترک‌ها هنگامی است که شکستگی‌ها در مراحل ابتدایی بارگذاری ایجاد شده و به صورت پایدار با صرف انرژی یکسان در حال رشد می‌باشد. اما با نزدیک شدن به سطوح نهایی شکست بیشتر رخدادهای آوایی مشاهده شده مرتبط با مود II می‌باشند. البته در این بین با توجه به نوع مکانیزم تنش به وجود آمده حالت‌های ترکیبی از رخدادهای نیز مشاهده می‌گردد که دارای خصوصیات متناظری بوده که قابلیت بررسی آنها نیز با این روش امکان پذیر می‌باشد. به عبارت دیگر در نمونه‌ها و یا سازه‌های تحت بار و تنش با نزدیک شدن به مراحل نهایی شکست میزان رخدادهای آوایی بیشتری ایجاد و برداشت می‌شود. بنابراین تعداد رخدادهای می‌تواند به خوبی نشان دهنده میزان سطح آسیب باشد و برای یک رفتارنگاری در لحظه پتانسیل بالایی دارد [۲].

<sup>۱</sup> کارشناسی ارشد مهندسی معدن، مکانیک سنگ، دانشگاه تربیت مدرس

<sup>۲</sup> عضو هیئت علمی بخش مهندسی معدن، مکانیک سنگ، دانشگاه تربیت مدرس